

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5
LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

ANDIKA EKA PUTRA

D 100 130 179

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI
DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ANDIKA EKA PUTRA

D 100 130 179

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Ali Asroni, M.T.
NIK: 484

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI
DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

OLEH

ANDIKA EKA PUTRA

D 100 130 179

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Sabtu, 23 Februari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Ali Asroni, M.T.

(.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Abdul Rochman, M.T.

(.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Budi Setiawan, S.T., M.T.

(.....)

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan Fakultas Teknik,



Dr. H. Saiful Huda, M.T., Ph.D.
Nrk. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 23 Februari 2019

Penulis



ANDIKA EKA PUTRA

D 100 130 179

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 5 LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

Abstrak

Sebagai wilayah yang berkembang Boyolali adalah Kabupaten yang mempunyai letak yang strategis, sehingga banyak investor yang bersaing dalam bidang bisnis maupun infrastruktur untuk menunjang perkembangan wilayah tersebut. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan sebuah gedung apartemen 5 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Peraturan yang dipakai adalah peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan pemerintah, yaitu SNI 1726-2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung) dan SNI 2847-2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Gedung direncanakan di sekitar bandara Adi Soemarmo dengan klasifikasi tanah termasuk kategori SD (tanah sedang) dengan faktor modifikasi respons (R) sebesar 5, faktor keutamaan gedung I_e diambil 1,0. Mutu beton yang dipakai $f'_c = 25$ MPa, serta tulangan longitudinal $f_y = 390$ MPa dan tulangan geser (begel) $f_{yt} = 300$ MPa. Balok struktur direncanakan berdimensi 250/400 untuk lantai 1 sampai dengan lantai atap. Sedangkan untuk kolom direncanakan berdimensi 450/450 untuk lantai sampai dengan lantai atap. Gedung dilengkapi dengan fasilitas penunjang berupa lift, terdapat 2 lift dengan kapasitas 1350 kg atau 20 orang. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi tiang pancang dengan poer 1,75x1,75 dan tiang berdiameter 25 cm dengan kedalaman 11 m. Analisa mekanika struktur gedung menggunakan *software* "SAP2000" dengan pemodelan portal 3D dan untuk penggambaran detail tulangan menggunakan *software* "Autocad". Hasil dari perencanaan diperoleh tebal plat atap 100 mm dengan tulangan pokok D10-200 dan tulangan bagi D8-260. Tebal plat lantai 2 sampai lantai ruang mesin 120 mm dengan tulangan pokok D10-240 dan tulangan bagi D8-220. Tangga beton bertulang dengan tebal 120 mm dengan tulangan pokok badan tangga dan bordes D10 serta tulangan bagi D8. Balok 250/400 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\emptyset 10$, kolom diperoleh dimensi 450/450 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\emptyset 10$. Dimensi tiang pancang 250x250 mm dipancang pada kedalaman 11 m dengan tulangan memanjang D12 dan tulangan geser $\emptyset 8$. Poer pondasi berukuran 1750x1750x750 mm dengan tulangan pokok D19 dan tulangan bagi D16. Dimensi *sloof* 250/400 dengan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\emptyset 8$ untuk tumpuan, $\emptyset 6$ untuk lapangan.

Kata Kunci: perencanaan, sistem rangka pemikul momen menengah, struktur gedung apartemen

Abstract

As a developing area Boyolali is a district that has a strategic location, so that many investors compete in the business sector as well as infrastructure to support the development of the region. This Final Project aims to plan a 5-story apartment building with a Medium Moment Resisting Frame System (SRPMM). The regulations used are the latest regulations (SNI) that have been issued by the government, namely SNI 1726-2012 (Procedures for Planning Earthquake Resilience for Building Structure and Non-Building) and SNI 2847-2013 (Requirements for Structural Concrete for Building Buildings). The building is planned around Adi Soemarmo airport with land classification including SD category (medium land) with modification factor response

(R) of 5, building priority factor I_e taken 1.0. The concrete quality used is $f'_c = 25$ MPa, and longitudinal reinforcement $f_y = 390$ MPa and f_{yt} shear reinforcement = 300 MPa. The planned beam structure has a dimension of 250/400 for floors 1 to the roof floor. Whereas the planned column has a dimension of 450/450 for floors to roof floors. The building is equipped with supporting facilities in the form of an elevator, there are 2 lifts with a capacity of 1350 kg or 20 people. The lower structure is planned to use a pile foundation with a pole of 1.75×1.75 and a pole with a diameter of 25 cm with a depth of 11 m. Building structure mechanics analysis uses "SAP2000" software with 3D portal modeling and for detailed reinforcement depictions using "Autocad" software. The results of the planning obtained 100 mm roof plate thickness with D10-200 staple reinforcement and reinforcement for D8-260. The thickness of the 2nd floor plate to the engine room floor is 120 mm with the main reinforcement D10-240 and reinforcement for D8-220. Reinforced concrete ladder with 120 mm thickness with basic reinforcement of D10 stair and landing body and reinforcement for D8. Beams 250/400 with longitudinal reinforcement D22 and $\emptyset 10$ shear reinforcement, columns obtained dimensions 450/450 with longitudinal reinforcement D22 and $\emptyset 10$ shear reinforcement. The dimensions of the pile 250x250 mm are arranged at a depth of 11 m with longitudinal reinforcement D12 and shear reinforcement $\emptyset 8$. The foundation piles are 1750x1750x750 mm with D19 main reinforcement and D16 reinforcement. Sloof 250/400 dimensions with reinforced length D22 and shear reinforcement $\emptyset 8$ for support, $\emptyset 6$ for field.

Keywords: planning, intermediate moment bearer frame system, apartment building structure.

1. PENDAHULUAN

Indonesia saat ini sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang, salah satunya berupa pembangunan fisik prasarana rumah tinggal. Hal ini semakin tegas dengan adanya pembangunan rumah tinggal, baik berupa rumah susun sewa ataupun yang berupa apartemen. Untuk membentuk aplikasi nyata di Indonesia, maka di Kabupaten Boyolali akan didirikan Apartemen 5 lantai, apartement dipilih karena dapat menyediakan sejumlah hunian yang aman, nyaman dan eksklusif.

Kabupaten Boyolali merupakan Kabupaten yang sedang berkembang dan berusaha meningkatkan taraf hidup masyarakatnya seperti kota-kota lainnya. Selain itu, letak Kabupaten Boyolali yang merupakan daerah penyangga untuk kota Surakarta, maka Boyolali terus berkembang dan membangun fasilitas maupun prasarana fisik, seperti jalan, perumahan untuk tempat tinggal, pertokoan dan fasilitas pendukung lainnya. Kabupaten Boyolali juga memerlukan apartemen berkenaan dengan meningkatnya jumlah penduduk di Boyolali, juga jumlah pendatang dari tahun ke tahun yang semakin meningkat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka tugas Akhir ini akan direncanakan Gedung Apartemen 5 Lantai dengan sistem Rangka Pemikul Momen Menengah. Pembangunan gedung Apartemen ini diharapkan mampu menyediakan hunian bagi masyarakat sekitar maupun pendatang dari luar Kabupaten Boyolali. Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah yang bisa diambil adalah : Bagaimana merencanakan struktur bangunan Apartemen yang tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang efisien sesuai kebutuhan berdasarkan SNI terbaru di Indonesia. Perencanaan struktur Apartemen di Boyolali dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) ini bertujuan untuk memperoleh desain perencanaan struktur gedung bertingkat yang aman dan tahan terhadap bencana gempa yang sering terjadi di Indonesia. Perhitungan struktur yang menghasilkan spesifikasi dan desain gambar juga harus bisa dipertanggung jawabkan keamanan dan kekuatannya berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia.

2. METODE

Data perencanaan untuk perhitungan struktur di dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1). Struktur gedung yang direncanakan adalah apartemen 5 lantai dengan prinsip daktail parsial di Kabupaten Boyolali.
- 2). Ketinggian total lantai 1 sampai ruang mesin adalah 23,0. Ketinggian lantai 2-4 adalah 4,0 m setiap lantainya, tinggi lantai 5 adalah 4,5 m dan untuk ruang mesin 2,5 m.
- 3). Spesifikasi bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - a). Mutu beton f'_c = 25 MPa.
 - b). Mutu baja f_y = 390 MPa (BJTD tulangan utama).
 - c). Mutu baja f_y = 300 MPa (BJTP tulangan geser).
- 4). Tebal plat lantai diambil 12 cm, dimensi balok induk 250/400 mm, balok anak 150/250 mm dan balok *sloof* 250/400 mm, serta dimensi kolom 450/450 mm.
- 5). Atap digunakan plat lantai beton bertulang dengan tebal 10 cm.
- 6). Jenis fondasi yang digunakan adalah fondasi tiang pancang.
- 7). Konstruksi *lift* direncanakan sesuai dengan fabrikasi yang berlaku.
- 8). Denah dan bentuk portal dapat dilihat pada Gambar I.1 dan Gambar I.2.

Dalam perencanaan struktur digunakan alat bantu berupa aplikasi komputer untuk memudahkan pengerjaan. Aplikasi komputer yang digunakan adalah sebagai berikut :

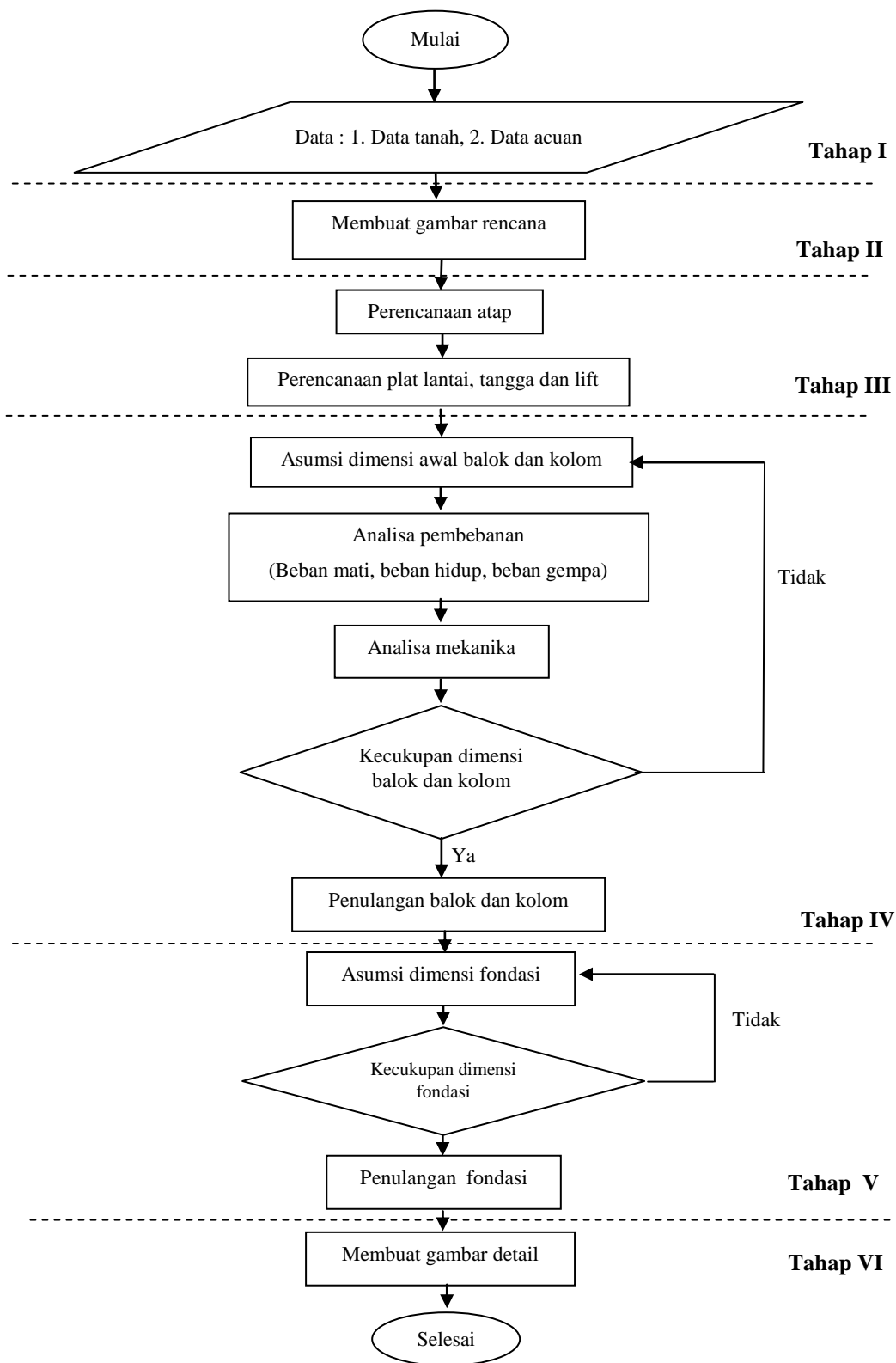
- 1). Aplikasi *SAP2000 v.15*
SAP2000 v.15 digunakan untuk perhitungan analisis struktur gedung.
- 2). Aplikasi *AutoCAD 2016*

Aplikasi ini digunakan untuk penggambaran detail-detail struktur gedung seperti gambar detail pelat, balok, dan kolom, serta penggambaran denah portal gedung, tampak, dan potongan.

3). Aplikasi *Microsoft Office 2010*

Microsoft Office 2010 yang digunakan adalah *Microsoft Office Word 2010* yang digunakan dalam penyusunan laporan, dan *Microsoft Office Excel 2010* yang membantu dalam analisa perhitungan penulangan pada struktur gedung.

Tahapan perencanaan struktur pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Skema perencanaan struktur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Atap

Atap digunakan pelat beton bertulang dengan tebal 100 mm, dengan mutu beton $f'_c = 25$ MPa, Mutu baja $f_y = 390$ MPa dan berat jenis beton 24 kN/m^3 . Penulangan pelat dipasang sesuai jenis pelat atap.

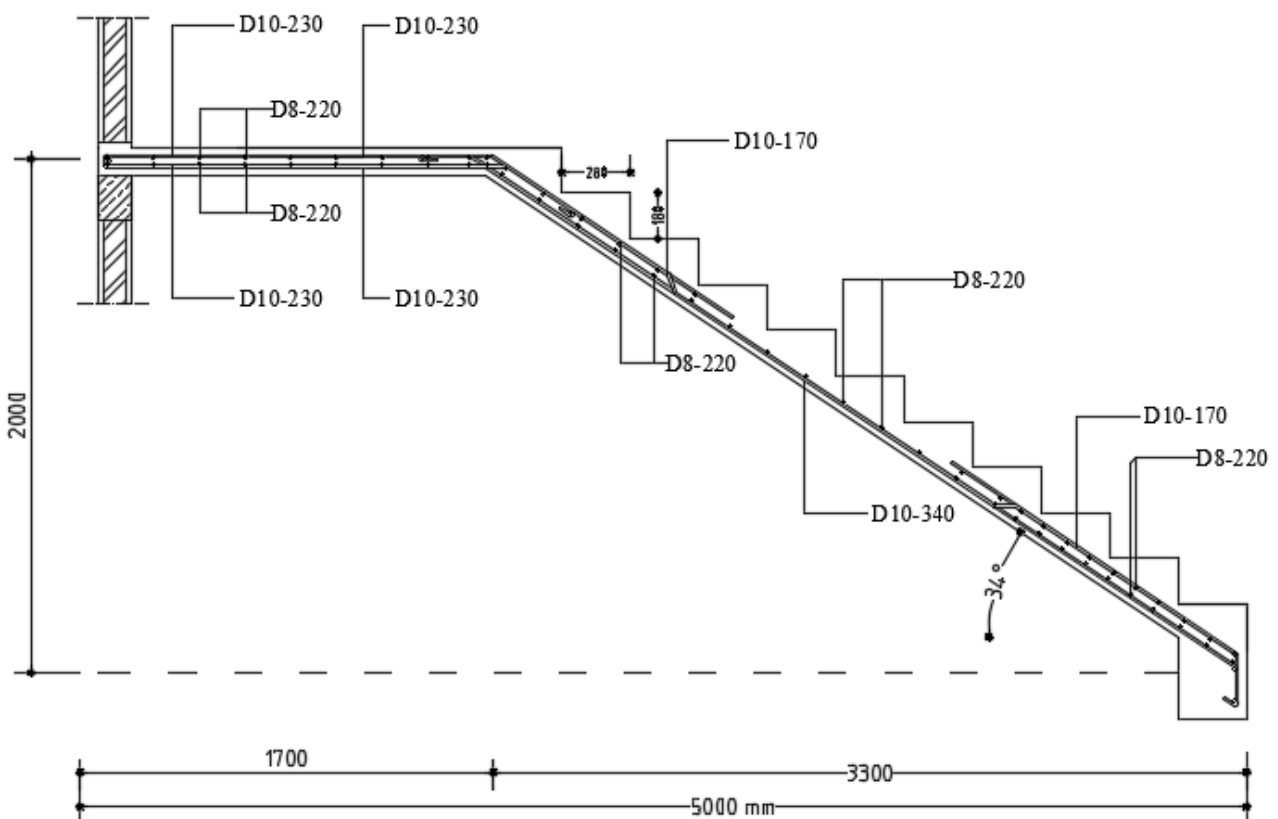
3.2 Perencanaan Pelat dan Tangga

1). Pelat lantai

Pelat lantai 1 sampai dengan 5 digunakan beton bertulang dengan tebal 120 mm. dengan mutu beton $f'_c = 25$ MPa, Mutu baja $f_y = 390$ MPa dan berat jenis beton 24 kN/m^3 . Penulangan pelat dipasang sesuai jenis pelat lantai.

2). Tangga

Konstruksi tangga utama memakai beton bertulang dengan tebal 120 mm. Tangga mempunyai panjang 3,2 m dengan *optrade* $T = 18 \text{ cm}$ dan *antrade* $I = 28 \text{ cm}$. Pada bordes dipasang tulangan pokok $\varnothing 10 - 230$ dan tulangan bagi $\varnothing 8 - 220$. Adapun tangga dipasang tulangan pokok $\varnothing 10 - 230$ dan tulangan bagi $\varnothing 8 - 220$.

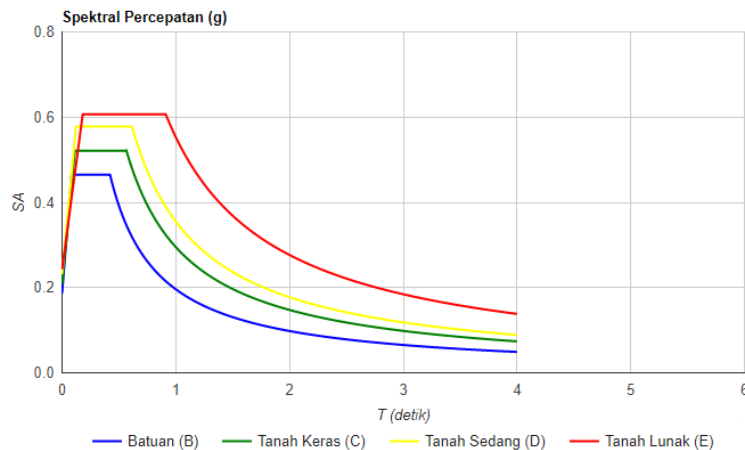


Gambar 2. Penulangan Plat Tangga

3.3 Perencanaan Analisis Beban pada Portal

1). Respons Spektrum desain

Klasifikasi situs tanah termasuk kategori D (tanah sedang), maka diperoleh nilai SDS dan SD1 adalah 0,578g dan 0,355g



Gambar 3. Spektrum desain (puskim.go.id)

2). Kontrol Beban.

Kontrol dengan dipilih beban gempa statis, dengan cara sebagai berikut :

	OutputCase Text	CaseType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
▶	DEAD	LinStatic	000000003469	-8.571E-13	28836.255	-59235.1875	55511.43	000000001346
	Live	LinStatic	000000000211	0000000001493	6399.34	-15666.6345	12452.12	0000000002057

Gambar 4. Hasil *output* beban mati dan beban hidup total sap 2000 v.15

Dari Gambar 5.3.1. diketahui bahwa total beban yang membebani struktur gedung adalah sebagai berikut :

- a). $W_{\text{beban mati}} = 28836,255 \text{ kN}$
- b). $W_{\text{beban hidup}} = 6399,34 \text{ kN}$
- c). $W_{\text{total}} = W_{\text{beban mati}} + 30\% \cdot W_{\text{beban hidup}}$
 $= 28836,255 + 30\% \cdot 6399,34$
 $= 30756,057 \text{ kN}$

Dihitung gaya geser dasar gempa statik equivalen.

$$V = \frac{C.I_e}{R} \cdot W_t = \frac{0,324 \cdot 1,0}{5} \cdot 30756,057 = 1992,99 \text{ kN}$$

Dari hitungan beban gempa statik equivalen pada Bab VI.D.4 diperoleh bahwa nilai gaya geser

$$\text{nominal, } V = \frac{C.I_e}{R} \cdot W_t = \frac{0,324 \cdot 1,0}{5} \cdot 31020,29 = 2008,33 \text{ kN}$$

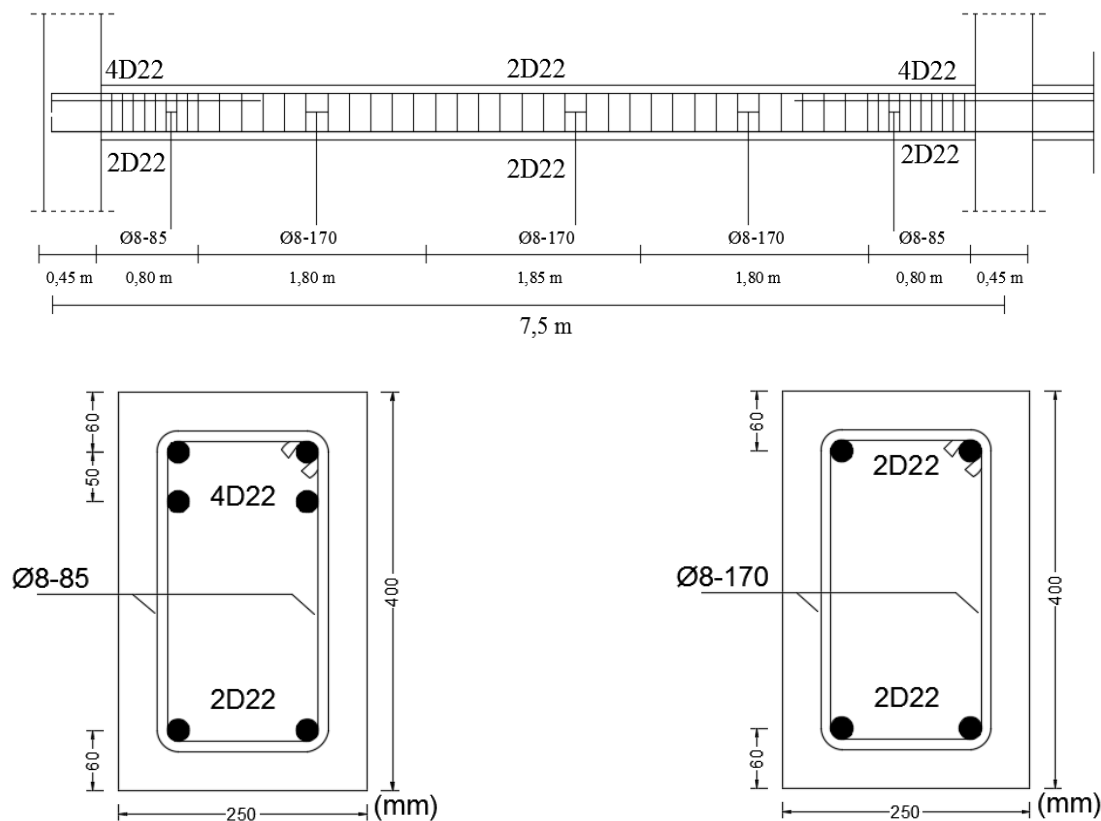
$$\text{Maka } = \frac{2008,33 - 1992,99}{2008,33} \cdot 100 = 0,764\% \text{ Karena selisih } V \text{ tidak terlalu banyak yaitu } 0,764\%$$

< 5%, maka hasil dari sap 2000 bisa digunakan.

3.4 Perencanaan Balok dan Kolom

1). Struktur Balok

Struktur balok utama direncanakan mempunyai dimensi 250/400 dan diameter tulangan longitudinal D22 dan diameter tulangan sengkang Ø 8.



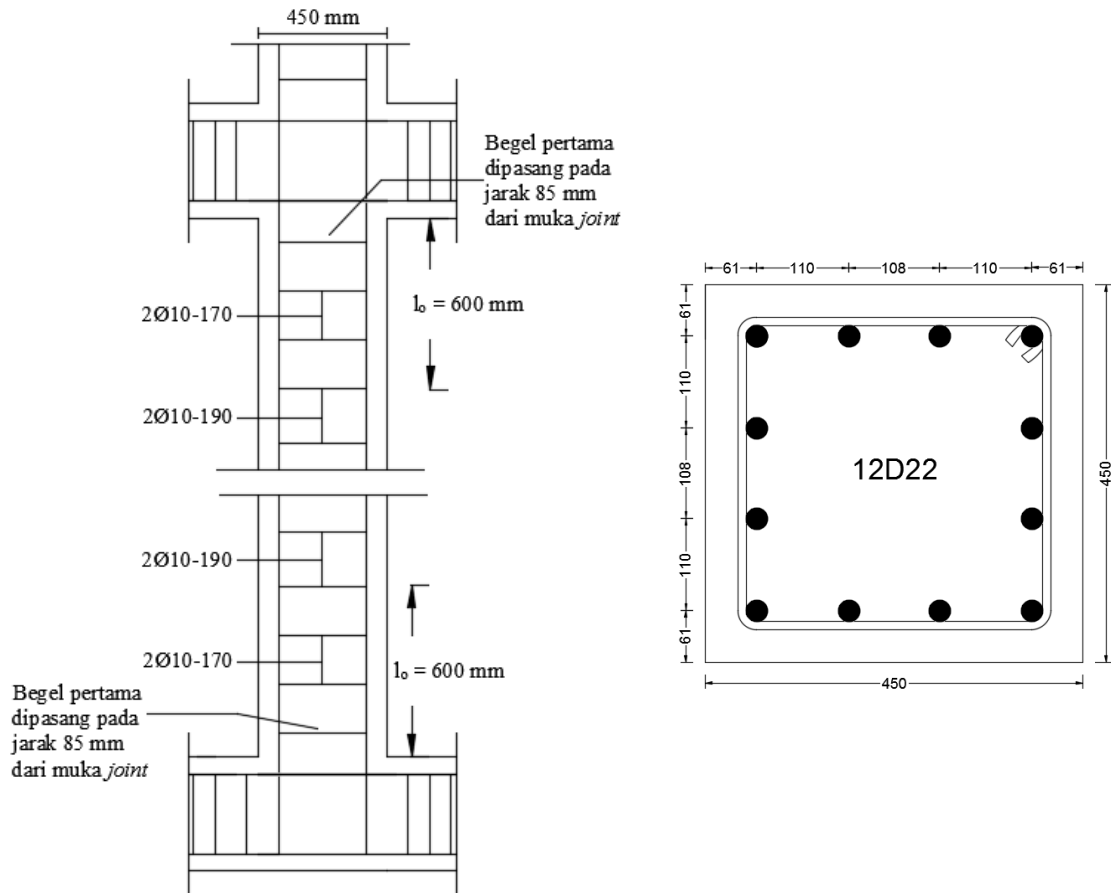
a. Penulangan balok daerah ujung kiri dan kanan

b. penulangan balok daerah lapangan

Gambar 5. Tulangan longitudinal balok BM-7

2). Struktur Kolom

Struktur kolom utama direncanakan mempunyai dimensi 450/450 dan diameter tulangan longitudinal D22 dan diameter tulangan sengkang Ø 10.



Gambar 6. Pemasangan tulangan geser kolom K2-22

3.5 Perencanaan Pondasi

Struktur bawah terdiri dari fondasi tiang pancang dan sloof. Tiang pancang yang dipakai berdiameter 25 cm dengan kedalaman 11 m. Pondasi P1 menggunakan poer dengan ukuran poer 1,75x1,75x0,75 m dengan 4 buah tiang pancang dengan tulangan longitudinal D12 dan tulangan geser 2dp8. Sloof yang dipakai berdimensi 250x400 mm dengan tulangan longitudinal D22 dan tulangan geser 2 Ø8.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan konstruksi plat atap, plat lantai dan tangga seperti berikut:

- Plat atap beton bertulang dengan ketebalan 100 mm menggunakan tulangan pokok D10-200 dan tulangan bagi D8-260.
- Plat lantai 2 sampai plat lanati ruang mesin dengan ketebalan 120 mm menggunakan tulangan pokok D10-240 dan tulangan bagi D8-220.

- c). Konstruksi tangga beton bertulang dengan tebal 120 mm dengan *optrade* $T = 180$ mm dan *antrade* $I = 280$ mm. Pada badan tangga dan bordes menggunakan tulangan pokok D10 dan tulangan bagi D8.

Perancangan struktur balok lantai 2 sampai lantai ruang mesin digunakan dimensi 250/400 mm dengan menggunakan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\phi 8$. Perancangan struktur kolom lantai 1 sampai lantai ruang mesin digunakan dimensi 450x450 mm, dengan menggunakan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\phi 10$. Perancangan struktur fondasi dan *sloof* sebagai berikut :

- a). Dimensi tiang pancang adalah 250x250 mm, dipancang pada kedalaman 11000 mm dengan menggunakan tulangan memanjang D12 dan tulangan geser $\phi 8$.
- b). *Poer* pondasi berukuran 1750x1750x750 mm digunakan tulangan pokok D19 dan tulangan bagi D16.
- c). *Sloof* berdimensi 250/400 mm menggunakan tulangan memanjang D22 dan tulangan geser $\phi 8$ untuk tumpuan, $\phi 6$ untuk lapangan.

4.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil perencanaan struktur gedung yang baik dan sesuai kondisi fisik terkini , sebaiknya Standar Nasional Indonesia (SNI) terbaru mengenai perencanaan beban gempa maupun desain beton bertulang untuk struktur gedung dapat dipahami dengan baik oleh perencana. Struktur gedung hendaknya direncanakan dengan bentuk yang baik sehingga diperoleh struktur yang aman, namun tetap memperhatikan aspek arsitektur. Selain penguasaan ilmu penggunaan *software* yang baik, hendaknya dipakai alat bantu hitung (seperti *software* SAP 2000) yang mempunyai validitas untuk meminimalisir eror pada saat pemakaian *software*. Dalam penggunaan alat bantu perhitungan struktur (SAP 2000) harus dilakukan dengan benar dan teliti karena nantinya hasil hitungan menggunakan aplikasi *divalidasi* dengan hitungan konvensional.. Untuk perencanaan yang baik dan lebih teliti, sebaiknya semua struktur portal gedung dihitung, namun karena terbatasnya waktu dalam menyelesaikan Tugas Akhir, penulis hanya meninjau dari beberapa arah x dan arah y saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2015. *Desain Portal Beton Bertulang dengan SRPMB sesuai SNI 2847-2013*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A. 2016. *Rumus Lengkap Hitungan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Asroni, A. 2016. *Struktur Beton Lanjut Sesuai SNI 2847-2013*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A. 2017. *Teori Dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Muhammadiyah University Pers, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A. 2018. *Teori Dan Desain Kolom Fondasi Balok T Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- BSN. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002*. Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- BSN. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2002*, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta.
- BSN. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 03-1727-2012*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847- 2013*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Hanafi, M. 2015. *Perencanaan Struktur Apartemen 5 Lantai + 1 Basement Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Di Sukoharjo* Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Listyawan, A. 2015. *Rekayasa Pondasi 2*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Rochman, A. 2012. *Pedoman Penyusunan Tugas Perancangan Atap*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.